

تأثیر سلنیوم و اسید سالیسیلیک بر خصوصیات زراعی ارقام گندم دیم

نورعلی ساجدی^{۱*}، هادی اسکندری^۲ و رضا طهماسبی^۳

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

۲- کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

۳- کارشناس ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آشتیان

تاریخ وصول: ۱۳۹۰/۶/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۷/۲۹

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سلنیوم و اسید سالیسیلیک بر خصوصیات زراعی ارقام گندم دیم آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اراک اجرا شد. عوامل مورد آزمایش شامل اسید سالیسیلیک در سه سطح: بدون مصرف اسید سالیسیلیک، آغشته کردن بذر با محلول ۰/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک، آغشته کردن بذر با محلول ۰/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک توام با محلول پاشی با غلظت ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک، سلنیوم در دو سطح: بدون مصرف سلنیوم و با مصرف به میزان ۱۸ گرم در هکتار سلنیوم از منبع سلنیت سدیم و سه رقم گندم دیم شامل آذر ۲، سرداری و رصد بود. نتایج نشان داد که رقم آذر ۲ از لحاظ عملکرد دانه نسبت به رقم سرداری و رصد به ترتیب ۱۹ و ۱۶ درصد عملکرد دانه بالاتری داشت. همچنین بیشترین طول خوشه و شاخص برداشت نیز از رقم آذر ۲ حاصل شد. محلول پاشی سلنیوم عدد کلروفیل متر و عملکرد دانه را به ترتیب ۸ و ۷/۵ درصد نسبت به شاهد (بدون مصرف سلنیوم) افزایش داد. مصرف اسید سالیسیلیک بصورت آغشته کردن با بذر توام با محلول پاشی سلنیوم، عدد کلروفیل متر و عملکرد دانه را نسبت به شاهد به ترتیب ۱۳ و ۹ درصد افزایش داد. بیشترین و کمترین عملکرد دانه با مصرف توام اسید سالیسیلیک (آغشته کردن با بذر توام با محلول پاشی) و محلول پاشی سلنیوم به ترتیب مربوط به رقم آذر ۲ و سرداری بود. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که با آغشته کردن بذر با اسید سالیسیلیک توام با محلول پاشی سلنیوم در سه رقم در شرایط دیم عملکرد مطلوب حاصل می شود.

واژه‌های کلیدی: سلنیت سدیم، عدد کلروفیل متر، عملکرد دانه، گندم دیم

مقدمه

تنش خشکی عامل اصلی محدود کننده تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک است (۸). در چنین مناطقی وقوع تنش کمبود آب در مراحل رشد رویشی و زایشی امری اجتناب ناپذیر است و بارش های کم و توزیع نامناسب بارندگی علل محدود کننده عملکرد غلات زمستانه به شمار می رود (۱۲).

در مناطق دیم کاری جوانه زنی و استقرار گیاهچه به دلیل کمبود رطوبت در زمان کاشت یکی از عوامل اصلی تولید پایین می باشد (۷). در طی سال های گذشته تحقیقات زیادی به منظور استفاده از تیمار های پیش کاشت جهت افزایش درصد و سرعت جوانه زنی در مزرعه انجام شده است (۶). اسید سالیسیلیک و مشتقات آن از جمله ترکیبات جدیدی هستند که به عنوان فیتوهورمون در برخی گیاهان عمل می کنند و اخیراً مورد توجه محققین زیادی قرار گرفته است. اسید سالیسیلیک بوسیله سلول های ریشه تولید می شود و نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد، تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه زنی ایفا می کند (۱۰). از اسید سالیسیلیک جهت جلوگیری از اثرات مخرب تنش های محیطی مثل گرما (۷)، سرما (۲۶)، فلزات سنگین و خشکی (۲۵) استفاده می شود. روش مصرف، غلظت اسید سالیسیلیک، گونه گیاهی و مرحله رشد از عواملی هستند که در تاثیر گذاری اسید سالیسیلیک موثرند. زمانی که بذر ذرت با ۰/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک تیمار شد، باعث افزایش مقاومت به خشکی گردید ولی استفاده از همین غلظت به صورت محلول پاشی باعث کاهش مقاومت به خشکی شد (۲۰). همچنین سناراتنا و همکاران (۲۰۰۰) نتایج مشابهی از ایجاد مقاومت بوسیله اسید سالیسیلیک در گوجه فرنگی^۱، و لوبیا^۲، در برابر تنش های گرمای، سرما و خشکی گزارش کردند (۲۳).

سلنیوم یکی از عناصر کم مصرف ضروری برای سلامت انسان و حیوانات با خاصیت ضد اکسید کنندگی و ضد سرطان می باشد (۱۴). پنانن و همکاران (۲۰۰۲) مشاهده کردند که سلنیوم باعث تجمع نشاسته در کلروپلاست برگ های جوان می شود (۲۱). به علاوه سلنیوم در غلظت های کم، استرس اکسیداتیو ناشی از تشعشعات UV^۳ در کاهو^۴، چاودار^۵ و توت فرنگی^۶ را تعدیل می کند (۱۵). همچنین مصرف مطلوب سلنیوم توانست پتانسیل آنتی اکسیداتی گیاهان برگ ریز و تاخیر در پیری کاهو، چاودار (۲۹) و سویا^۶ را افزایش داده و سبب زمینی^۷، تحت تنش سرمایی را بهبود بخشد و مقاومت به شوری را در گیاهچه های ترشک باغی^۸ افزایش دهد (۹).

کوستوپولو و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که با مصرف ۳ میلی گرم در لیتر سلنیوم از منبع سلنات سدیم در شرایط محدودیت رطوبتی مقدار پتانسیل آب برگ، نسبت تعرق و هدایت روزنه ای کاهش و باعث محدودیت سرعت جریان محلول آب در سیستم آوندی شد. آنها گزارش نمودند، مصرف سلنیوم در شرایط آبیاری کامل بر پتانسیل آب برگ تاثیری نداشت اما اضافه کردن سلنیوم در شرایط محدودیت آبیاری باعث افت پتانسیل آب برگ معادل ۲/۵۲- مگاپاسکال گردید (۱۸). سلنیوم باعث تحریک تجمع زیست توده در گندم^۹ در شرایط آبیاری مطلوب می شود. در شرایط محدودیت رطوبتی افزایش سلنیوم باعث افزایش محتوی پرولین می شود (۲۸). بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر سلنیوم و اسید سالیسیلیک بر خصوصیات زراعی ارقام گندم دیم بود.

^۱ *Lactuca sativa*^۲ *Secal cereale*^۳ *Fragaria sp*^۴ *Glycine max*^۵ *Soamum tuberosum*^۶ *Rumex acetosa*^۷ *Triticum aestivum*^۱ *Lycopersicon esculentum*^۲ *Phaseolus vulgaris*

مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر سلنیوم و اسید سالیسیلیک بر خصوصیات زراعی ارقام گندم دیم آزمایشی به صورت فاکتوریل سه فاکتوره در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک با طول جغرافیایی ۴۰ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۷۷۹ متر از سطح دریا اجرا شد. از خصوصیات این منطقه، تابستان های کوتاه و نسبتا ملایم و زمستان های طولانی و سرد است. خصوصیات اقلیمی منطقه کشت در جداول ۱ و ۲ ارایه شده است. این منطقه براساس تقسیم بندی دومارتن و آمبرژه به ترتیب جزو مناطق نیمه خشک و نیمه خشک سرد محسوب می شود (۵).

عوامل مورد آزمایش شامل اسید سالیسیلیک در سه سطح، Sa_0 : بدون مصرف اسید سالیسیلیک، Sa_1 : خیساندن بذر در محلول ۰/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک به مدت ۶ ساعت، Sa_2 : خیساندن بذر در محلول ۰/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک به مدت ۶ ساعت + ۱ میلی مولار محلول پاشی اسید سالیسیلیک در مرحله ساقه دهی^۱. سلنیوم در دو سطح Se_0 : بدون مصرف و Se_1 : با مصرف به میزان ۱۸ گرم در هکتار از منبع سلنیت سدیم به صورت محلول پاشی در مراحل شروع ساقه دهی و یک هفته قبل از ظهور سنبله^۲ و ارقام گندم شامل آذر ۲ (A)، سرداری (C) و رصد (R) بود. این آزمایش شامل ۱۸ تیمار و ۵۴ واحد آزمایشی (کرت) بود.

آذر ۲: دارای تیپ رشد زمستانه، زودرس، متحمل به زنگ زرد، حساس به سیاهک ها، متوسط ارتفاع آن ۸۵-۸۰ سانتی متر، مقاوم به ورس، ریزش، سرما و خشکی، میزان پروتئین ۱۰/۵٪، میانگین وزن هزار دانه آن ۳۳-۳۶ گرم.

سرداری: دارای تیپ رشد زمستانه، زودرس، متحمل به زنگ زرد، حساس به سیاهک ها، متوسط ارتفاع آن ۶۵-۷۸ سانتی متر، حساس به ورس، مقاوم به ریزش، سرما و خشکی، میزان پروتئین ۹٪، میانگین وزن هزار دانه آن ۳۳-۳۶ گرم.

رصد: از تلاقی سرداری و لاین Fenkang15

حاصل شد. دارای تیپ زمستانه، نیمه زودرس، مقاوم به ورس، مقاوم به خشکی و سرما، ارتفاع ۸۲ سانتی متر با طول کلئوپتیل زیاد و وزن هزاردانه آن ۳۸، رنگ دانه آن قرمز تیره و دانه آن کشیده است، پروتئین دانه آن ۱۲/۵-۱۰ درصد و با کیفیت نانوايي خوب مناسب برای کشت در مزارع دیم مناطق سرد می باشد.

زمین مورد نظر در سال قبل آیش بود. در مهرماه شخم عمیق، دیسک و فارو زده شد. قبل از کشت به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی از خاک مزرعه نمونه برداری شد (جدول ۳).

۵۰ کیلو گرم کود نیتروژن، ۵۰ کیلو گرم کود فسفر و ۵۰ کیلوگرم کود پتاس به ترتیب از منابع اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم بر اساس آزمون خاک در هنگام کاشت و ۳۰ کیلو گرم کود نیتروژنه از منبع اوره به صورت سرک در اواخر پنجه زنی مورد استفاده قرار گرفت. کاشت در تاریخ ۱۳۸۹/۸/۲ انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت که فاصله بین خطوط ۱۵ سانتی متر و فاصله دو بوته روی خطوط کاشت ۳ سانتی متر بود. تراکم کاشت ۲۲۲ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. طول خطوط کاشت شش متر و بین دو کرت یک متر به صورت نکاشت باقی ماند.

قرائت عدد کلروفیل متر در مرحله شیری شدن دانه توسط دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD-502, Minolta, Japan) اندازه گیری شد. برای این منظور از بوته های واقع در دو ردیف میانی هر کرت، ۱۰ برگ پرچم انتخاب و از قسمت وسط پهنک برگ در طرفین رگبرگ اصلی در ساعت ۱۴-۱۲ قرائت انجام شد.

1. ZGS 33 = Zadoks growth stages
2. ZGS 53 = Zadoks growth stages

سطح برگ پرچم در مرحله ظهور خوشه با اندازه گیری طول و عرض برگ پرچم از ۱۵ بوته با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۱۱).

$$\frac{0.78 \times \text{عرض برگ} \times \text{طول برگ}}{\text{سطح برگ پرچم}}$$
 برداشت در تاریخ ۱۳۹۰/۳/۲۵ انجام شد. در مرحله رسیدگی کامل صفات زراعی از میانگین ۲۰ بوته اندازه گیری شد. برای محاسبه عملکرد دانه، دو متر مربع از هر کرت برداشت شد. برداشت به صورت کف بر و پس از حذف دو خط حاشیه و نیم متر از دو انتهای هر کرت انجام گرفت.

داده های حاصل از صفات اندازه گیری شده با استفاده از نرم افزار Mstac تجزیه و مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر ارقام بر صفات طول سنبله و وزن دانه در سنبله در سطح احتمال ۵ درصد و بر صفات وزن سنبله، سطح برگ پرچم، قرائت کلروفیل متر، عملکرد دانه، شاخص برداشت در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۴). جدول مقایسه میانگین صفات نشان داد که عملکرد دانه رقم آذر ۲ نسبت به رقم سرداری و رصدها به ترتیب ۱۹ و ۱۶ درصد و شاخص برداشت ۱۳ و ۱۵ درصد افزایش نشان داد. علت افزایش عملکرد دانه در رقم آذر ۲ نسبت به سرداری و رصدها، افزایش طول سنبله، وزن دانه در سنبله، سطح برگ پرچم و شاخص برداشت بود. رقم رصدها از لحاظ عملکرد در گروه دوم قرار گرفت. رقم رصدها بیشترین وزن سنبله، وزن دانه در سنبله، سطح برگ پرچم و عدد کلروفیل متر را به خود اختصاص داد. البته در صفات وزن دانه در سنبله و سطح برگ پرچم رقم رصدها با آذر ۲ در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵). مصرف اسید سالیسیک بر صفات وزن سنبله، وزن دانه در سنبله در سطح ۵٪ و بر عملکرد دانه در سطح ۱

درصد معنی دار شد (جدول ۴). با مصرف اسید سالیسیک به صورت خیساندن بذر و مصرف توام خیساندن بذر و محلول پاشی اسید سالیسیک صفات طول سنبله، وزن سنبله، وزن دانه در سنبله، سطح برگ پرچم، قرائت کلروفیل متر نسبت به شاهد افزایش نشان داد. بیشترین عملکرد دانه معادل ۱۴۱۶/۹۷ کیلوگرم در هکتار از مصرف اسید سالیسیک به صورت خیساندن بذر حاصل شد (جدول ۵). به نظر می رسد که اسید سالیسیک از طریق تاثیر بر جوانه زنی، بهبود ظهور گیاهچه، افزایش جذب یون ها توسط ریشه، بهبود فتوسنتز (۱۰) و افزایش بعضی از هورمون های گیاهی شامل اکسین ها و سیتوکینین ها (۲۴) باعث افزایش عملکرد می شود. ال تایب (۲۰۰۵) گزارش نمود کاربرد خارجی سالیسیک اسید باعث تحریک جوانه بذر جو شد (۱۰). راجاسی کاران و بلاک (۱۹۹۹) گزارش نمودند که اسید سالیسیک بر فتوسنتز و رشد گیاه تحت شرایط تنش، اثر مثبت دارد (۲۲). در واقع اسید سالیسیک این عمل را از طریق توسعه واکنش های ضد تنشی، نظیر افزایش در تجمع پرولین، انجام می دهد و باعث تسریع در بهبود رشد پس از رفع تنش می شود (۲۴).

اثر متقابل ارقام و اسید سالیسیک بر صفات طول سنبله، وزن دانه در سنبله در سطح احتمال ۵ درصد و بر صفات سطح برگ پرچم و عدد کلروفیل متر در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۴). جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که با وجود اینکه اثر متقابل اسید سالیسیک و ارقام بر عملکرد دانه معنی دار نشد ولی تیمارها در گروه های مختلف قرار گرفتند و بیشترین عملکرد دانه از رقم آذر ۲ و بدون مصرف اسید سالیسیک حاصل شد. که با تیمار مصرف توام اسید سالیسیک به صورت خیساندن بذر توام با محلول پاشی آن در یک گروه آماری قرار داشتند. علت افزایش عملکرد دانه در این تیمار مربوط به افزایش طول سنبله، وزن سنبله، وزن دانه در سنبله، سطح برگ پرچم و شاخص برداشت بود. همچنین بیشترین عملکرد دانه در هر سه

مؤثر سلنیوم در تعدیل اثرات تنش خشکی در دوره رویشی و زایشی مربوط می شود (۲). کاظمی (۱۳۸۵) گزارش نمود که مصرف سلنیوم به میزان ۱۸ گرم درهکتار موجب افزایش عملکرد دانه، تعداد دانه، وزن خشک کل و کلروفیل در لویا قرمز گردید (۴).

جدول مقایسه میانگین ها نشان داد که اگر چه اثر متقابل سلنیوم و ارقام بر عملکرد دانه معنی دار نشد ولی تیمار ها در گروه های مختلف قرار گرفتند. بیشترین عملکرد دانه با محلول پاشی سلنیوم در رقم آذر ۲ حاصل شد. در هر سه رقم محلول پاشی سلنیوم عملکرد دانه را افزایش داد. محلول پاشی سلنیوم عملکرد دانه در ارقام سرداری، آذر ۲ و رصد را به ترتیب ۷/۸، ۲ و ۱۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۵). توراکاینین (۲۰۰۷) گزارش نمود، گیاهان سیب زمینی که با سلنیوم تیمار شده بودند، عملکرد غده بیشتری را نشان دادند. وی چنین بیان نمود که سلنیوم تخصیص فتواسمیلات ها را برای رشد غده ها افزایش می دهد لذا غده ها به عنوان منبع غنی برای تجمع کربو هیدرات ها و سلنیوم عمل می کنند. همچنین آنها اثر مثبت سلنیوم بر سیب زمینی را به اثرات ضد اکسیدانی سلنیوم در تاخیر پیری نسبت دادند (۲۷).

اثر متقابل اسید سالیسیلیک و سلنیوم بر وزن سنبله در سطح ۵ درصد و بر صفات سطح برگ پرچم و قرائت کلروفیل متر در سطح ۱ درصد درصد معنی دار بود (جدول ۴). نتایج جدول مقایسه میانگین تیمار ها نشان داد که هر چند اثر متقابل اسید سالیسیلیک و سلنیوم بر عملکرد دانه معنی دار نشد ولی تیمار ها در گروه های مختلف قرار گرفتند و بیشترین عملکرد دانه معادل ۱۴۶۸/۳۵ کیلوگرم در هکتار از اثر متقابل مصرف اسید سالیسیلیک به صورت بذر مال و سلنیوم حاصل شد. بیشترین وزن خوشه از اثر متقابل مصرف توام اسید سالیسیلیک به صورت خیساندن بذر و محلول پاشی و بدون سلنیوم و بیشترین سطح برگ پرچم نیز از تیمار محلول پاشی سلنیوم و بدون سالیسیلیک حاصل شد که

رقم از تیمار اسید سالیسیلیک به صورت خیساندن بذر حاصل شد و با مصرف توام اسید سالیسیلیک به صورت خیساندن بذر توام با محلول پاشی اسید سالیسیلیک عملکرد دانه در هر سه رقم نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۵). نتایج این تحقیق با نتایج بیات و همکاران (۱۳۸۸) و شمس الدین سعید و همکاران (۱۳۸۸) در ذرت مطابقت دارد. بیات و همکاران (۱۳۸۸) گزارش نمودند که استفاده از محلول پاشی با اسید سالیسیلیک در رژیم های رطوبتی ۷، ۱۱ و ۱۵ روزه به ترتیب عملکرد دانه ذرت^۱ ۱۲/۶، ۲۸/۶، ۴۰/۴ درصد افزایش یافت (۱). شمس الدین سعید و همکاران (۱۳۸۸) گزارش نمودند که محلول پاشی با اسید سالیسیلیک با غلظت ۲۰۰ پی پی ام در ذرت، صفات وزن خشک اندام هوایی، طول ساقه، تعداد برگ، سطح برگ و میزان کلروفیل به ترتیب به میزان ۸۴/۶، ۴۴/۶، ۲۸/۲ و ۷۴/۹، ۳۸/۲ درصد افزایش نشان دادند (۳).

اثر سلنیوم بر صفت سطح برگ پرچم، عدد کلرفیل متر و عملکرد دانه و اثر متقابل ارقام و سلنیوم بر شاخص برداشت معنی دار شد (جدول ۴). محلول پاشی سلنیوم ۷/۵ درصد عملکرد دانه را نسبت به شاهد افزایش داد. علت افزایش عملکرد دانه مربوط به افزایش طول سنبله، وزن دانه در سنبله، عدد کلرفیل متر و شاخص برداشت بود (جدول ۵). بررسی های انجام شده در گندم بهاره تحت تنش خشکی نشان داد که سلنیوم مانع کم شدن رشد گیاهان در اثر کمبود آب گردید و محتوی آب برگ ها را کاهش داد (۱۹). همچنین ثابت شده که سلنیوم از طریق تاثیر حفاظتی در غشاء کلروپلاست و میتوکندری بر روی مزوفیل برگ و سلول های انتهایی ریشه تاثیر گذار است (۱۷). نتایج این تحقیق با نتایج ساجدی و همکاران (۱۳۸۸) در ذرت مطابق دارد. آنها گزارش نمودند که سلنیوم در شرایط تنش در مراحل مختلف رشد عملکرد و اجزاء عملکرد دانه را نسبت به تیمار بدون مصرف سلنیوم افزایش داد که این مسئله به نقش

1. *Zea mays*

درجرم و همکاران (۲۰۰۷) گزارش نمود، با اضافه کردن سلنیوم بر روی سیب زمینی هدایت روزنه ای کاهش یافت (۱۳).

در سایر مطالعات در گندم بهاره، سلنیوم هیچ اثر بازدارنده‌ای روی نسبت تعرق نداشت لذا پیشنهاد شد که در این گونه‌ها سلنیوم توانایی تنظیم وضعیت آب گیاه در شرایط تنش خشکی را دارا می‌باشد که آن را به اثرات حفاظتی سلنیوم در افزایش ظرفیت جذب آب از طریق سیستم ریشه نسبت داده اند (۱۹).

اسید سالیسیلیک در دوره تنش کمبود آب از طریق تاثیر بر سیستم آنتی اکسیدان باعث تاخیر در لوله شدن برگ گیاهان می‌شود (۱۶). همچنین تیمار بذر ذرت با ۰/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک، باعث افزایش مقاومت به خشکی گردید ولی استفاده از همین غلظت به صورت محلول پاشی باعث کاهش مقاومت به خشکی گردید (۲۰). از آنجایی که واکنش روزنه‌ها در ارقام مختلف متفاوت می‌باشد لذا واکنش ارقام نیز به تیمارهای مختلف متفاوت می‌باشد. بنابراین با محلول پاشی توام اسید سالیسیلیک و سلنیوم به نظر می‌رسد هدایت روزنه ای کاهش می‌یابد و لذا میزان تعرق کاهش و ورود دی اکسید کربن نیز محدود و بر روی فتوسنتز تاثیر می‌گذارد که نتیجه آن کاهش برخی صفات در این تیمار می‌شود.

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که به نظر می‌رسد در شرایط محدودیت رطوبتی (دیم) با خیساندن بذر در اسید سالیسیلیک و محلول پاشی سلنیوم زمینه لازم برای تعدیل شرایط تنش را در سه رقم گندم فراهم شد و لذا عملکرد نسبت به عدم مصرف اسید سالیسیلیک و سلنیوم افزایش یافت.

البته در هر دو صفت ذکر شده تیمارهای برتر با تیمار اثر متقابل مصرف اسید سالیسیلیک به صورت خیساندن بذر و محلول پاشی سلنیوم در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵).

اثر متقابل سه گانه تیمارها بر صفات طول سنبله و شاخص برداشت در سطح احتمال ۵ درصد و بر صفات وزن سنبله، وزن دانه در سنبله، سطح برگ پرچم، قرائت کلروفیل متر در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که در هر سه رقم با کاربرد اسید سالیسیلیک به صورت خیساندن بذر توام با محلول پاشی سلنیوم صفات مورد اندازه گیری نسبت به شاهد افزایش نشان داد (جدول ۶).

هرچند اثر متقابل سه گانه تیمارها بر عملکرد دانه معنی دار نشد اما تیمارها در گروه‌های متفاوت قرار گرفتند و بیشترین عملکرد دانه معادل ۱۶۰۴/۱۰ کیلوگرم در هکتار از اثر متقابل محلول پاشی سلنیوم و بدون مصرف سالیسیلیک از رقم آذر ۲ حاصل شد که علت آن را می‌توان به افزایش تعداد سنبله در متر مربع و افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت داد. همچنین نتایج نشان داد بامصرف توام اسید سالیسیلیک به صورت خیساندن بذر و محلول پاشی سلنیوم عملکرد دانه در سه رقم نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین واکنش ارقام نسبت به این تیمار به ترتیب مربوط به رقم سرداری، رصد و آذر ۲ بود (جدول ۶). لذا به نظر می‌رسد که رقم آذر ۲ به صورت ژنتیکی دارای مکانیسم‌های فیزیولوژیکی قوی تری نسبت به دو رقم دیگر جهت تحمل و کاهش اثرات ناشی از کمبود رطوبت را دارا می‌باشد و کمتر تحت تاثیر تیمارهای خارجی عوامل تعدیل کننده تنش خشکی قرار می‌گیرد از طرفی ارقام سرداری و رصد بیشتر نسبت به تیمارهای خارجی تعدیل کننده تنش کمبود آب واکنش نشان می‌دهند.

جدول ۱- خصوصیات اقلیمی منطقه کشت در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰

ماه‌های سال	حداکثر دما (درجه سانتی گراد)	حداقل دما (درجه سانتی گراد)	میانگین دما (درجه سانتی گراد)	بارندگی (میلی متر)	رطوبت نسبی (درصد)	تبخیر (میلی متر)	سرعت باد (متر بر ثانیه)
آبان ۸۹	۱۸/۵	۳/۶	۱۱	۱۴/۳	۵۰	۷۵	۱۲
آذر ۸۹	۱۴/۵	-۱/۳	۶/۶	۲۰/۳	۴۶	۰	۱۲
دی ۸۹	۴/۵	-۵/۹	-۰/۷	۴۰/۵	۷۶	۰	۶
بهمن ۸۹	۵/۳	-۵/۴	-۰/۱	۱۲/۱	۷۱	۰	۱۲
اسفند ۸۹	۱۲/۴	-۰/۴	۶	۷۱/۴	۶۴	۰	۱۰
فروردین ۹۰	۱۸/۶	۵/۱	۱۱/۸	۳۴/۵	۴۶	۱۵۴/۲	۱۰
اردیبهشت ۹۰	۲۳/۴	۱۰/۶	۱۷	۶۶/۶	۵۷	۱۹۵/۷	۱۰
خرداد ۹۰	۳۲/۳	۱۵/۲	۲۳/۷	۱۴	۲۶	۳۲۵/۹	۱۰
میانگین	۱۶/۱	۲/۶	۷/۳	۳۴/۲	۵۴/۴	۹۳/۸	۱۰/۲

جدول ۲- میانگین خصوصیات اقلیمی ۱۰ ساله شهرستان اراک

سال ها	حداکثر دما (درجه سانتی گراد)	حداقل دما (درجه سانتی گراد)	میانگین دما (درجه سانتی گراد)	بارندگی (میلی متر)	رطوبت نسبی (درصد)	تبخیر (میلی متر)	سرعت باد (متر بر ثانیه)
۸۱	۲۲	۸/۱	۱۵/۱	۲۷۲/۴	۵۲/۹۲	۱۷۷/۷۳	۱۵/۴۱
۸۲	۲۱/۳	۷/۶	۱۴/۵	۳۶۸/۰	۵۴/۹۱	۱۸۴/۵۳	۱۷/۸۳
۸۳	۱۹/۶	۶/۳	۱۳/۰	۴۴۶/۹	۵۴/۳۳	۱۵۲/۹۴	۱۶/۲۵
۸۴	۱۷/۷	۴/۶	۱۱/۲	۲۵۳/۴	۵۵/۹۲	۱۶۲/۱۰	۱۹/۵۸
۸۵	۱۵/۵	۳/۲	۹/۴	۲۸۳/۵	۵۰	۱۵۶/۱۴	۱۹/۱۶
۸۶	۱۳/۷	۲/۰	۷/۹	۳۷۹/۵	۴۷/۰۸	۱۴۹/۴۶	۱۳/۹۱
۸۷	۲۱/۸	۱/۵	۷/۲	۱۹۰/۹	۴۴/۳۳	۱۸۴/۵۶	۱۲/۸۳
۸۸	۱۳/۶	۱/۹	۷/۸	۳۲۲/۴	۴۴/۸۳	۱۵۷/۱۷	۱۲/۱۶
۸۹	۱۵/۹	۳/۱	۹/۶	۲۶۱/۹	۴۳/۷۵	۱۵۷/۵۵	۱۱/۰۸
۹۰	۱۸/۸	۵/۳	۱۲/۱	۱۹۹/۲	۵۲/۹۲	۱۵۶/۷۷	۱۰/۱۶

جدول ۳- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق نمونه برداری	هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته گل اشباع	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	ازت کل (%)	سلنیوم قابل جذب (%)	کربن آلی (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
۰-۳۰	۴/۶	۷/۷	۱۰/۱	۱۶۹	۰/۱۵	۰/۲۹	۱/۶	۲۶	۲۶	۴۸

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

منابع تغییر	درجه آزادی	طول سنبله	وزن سنبله	وزن دانه در سنبله	سطح برگ پرچم	قرائت کلروفیل متر	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۰/۹۸ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{ns}	۱۵/۸۵ ^{ns}	۱۵/۸۵ ^{ns}	۶۱۸۵۷/۲۵ ^{ns}	۴۲/۷۵*
ارقام	۲	۱/۵۳*	۰/۵۴**	۰/۲۰۶*	۷۰/۲۳**	۷۰/۲۳**	۴۵۵۰۵۵/۹۸**	۱۵۲/۰۵**
اسید سالیسیک	۲	۰/۰۴۴ ^{ns}	۰/۰۶*	۰/۰۲۹*	۱۳/۳۵ ^{ns}	۱۳/۳۵ ^{ns}	۲۲۲۹۴۴/۷۷**	۲۵/۱۷ ^{ns}
ارقام × اسید سالیسیک	۴	۱/۳۵*	۰/۰۴*	۰/۰۲۳ ^{ns}	۳۲/۹۵**	۳۲/۹۵**	۵۰۰۱۲/۱۸ ^{ns}	۲۹/۷۲ ^{ns}
سلنیوم	۱	۰/۱۷ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۷۲/۴۷**	۷۲/۴۷**	۱۴۷۰۴۰/۶۲*	۱/۵۵ ^{ns}
ارقام × سلنیوم	۲	۰/۶۲ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۲۳/۱۹ ^{ns}	۲۳/۱۹ ^{ns}	۲۶۱۱۸/۳۷ ^{ns}	۱۷۴/۰۴**
اسید سالیسیک × سلنیوم	۲	۰/۲۱ ^{ns}	۰/۰۴۸*	۰/۰۱۱ ^{ns}	۵۰/۷۳**	۵۰/۷۳**	۶۴/۵۴ ^{ns}	۱۴/۹۵ ^{ns}
ارقام × اسید سالیسیک × سلنیوم	۴	۱/۲۴*	۰/۱۲**	۰/۰۶۱**	۱۰۱/۱۶**	۱۰۱/۱۶**	۲۷۰۴۱/۳۲ ^{ns}	۳۱/۸۴*
خطا	۳۴	۰/۳۷	۰/۰۱۳	۰/۰۱۰	۸/۱۹	۸/۱۹	۳۶۷۷۰/۹۰	۱۱/۸۸
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۵۷	۱۳/۴۲	۱۵/۵۲	۱۰/۴۰	۱۰/۴۰	۱۴/۲۷	۱۱/۲۴

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۵- اثر ساده و متقابل دو گانه تیمارهای آزمایشی بر صفات اندازه گیری شده

شخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در (هکتار)	قرائت کلروفیل متر	سطح برگ پرچم (سانتی متر)	وزن دانه در سنبله (گرم)	وزن سنبله (گرم)	طول سنبله (سانتی متر)	ارقام
۲۹/۳۷b	۱۲۳۱/۸۱b	۲۷/۱۸b	۷/۹۸b	۰/۵۲b	۰/۶۷c	۷/۷۷b	C
۳۴/۰۱a	۱۵۲۶a	۲۵/۷۶b	۱۱/۳۹a	۰/۶۹a	۰/۹۱b	۸/۳۵a	A
۲۸/۶۶b	۱۲۷۴/۳۵b	۲۹/۶۶a	۱۲/۰۴a	۰/۷۲a	۱/۹a	۸/۰۷b	R
اسید سالیسیلیک							
۳۱/۳۷a	۱۳۹۹/۲۴a	۲۶/۵۴a	۱۰/۸۶a	۰/۵۹b	۰/۷۹b	۷/۹۵a	Sa0
۳۱/۳۵a	۱۴۱۶/۹۷a	۲۷/۹۵a	۱۰/۴۶a	۰/۶۵ab	۰/۸۷a	۸/۰۰a	Sa1
۲۹/۳۱a	۱۲۱۵/۹۵b	۲۸/۱۱a	۱۰/۰۹a	۰/۶۷a	۰/۹۲a	۸/۲۴a	Sa2
ارقام × اسید سالیسیلیک							
۳۰/۸۵abc	۱۳۰۳/۰۶ab	۲۸/۷۲abc	۹/۸۶e	۰/۴۹c	۰/۶۲e	۷/۶۲bc	C Sa0
۳۲/۰۸abc	۱۳۸۰/۶۷ab	۲۶/۶۳cd	۸/۷۱cd	۰/۵۸bc	۰/۷۶cd	۸/۱۹abc	CSa1
۲۵/۱۹d	۱۰۱۱/۷۰c	۲۶/۲۰cd	۸/۳۷de	۰/۴۸c	۰/۶۳de	۷/۵۱c	CSa2
۳۳/۹۲a	۱۵۵۳/۷۰a	۲۴/۳۳cd	۱۱/۹۲b	۰/۶۰bc	۰/۷۹c	۷/۹۸bc	A Sa0
۳۳/۵۸ab	۱۵۱۹/۵۱a	۲۵/۱۰cd	۱۲/۴۲ab	۰/۶۸ab	۰/۸۹bc	۸/۲۶abc	ASa1
۳۴/۵۳a	۱۵۰۴/۸۰a	۲۷/۸۴bcd	۹/۸۲cd	۰/۷۴a	۱/۰۵a	۸/۸۲a	ASa2
۲۹/۳۴bcd	۱۳۰۴/۹۶ab	۲۶/۵۷cd	۱۳/۸۱a	۰/۶۹ab	۰/۹۸ab	۸/۲۵abc	R Sa0
۲۸/۴۰cd	۱۳۵۰/۷۳ab	۳۲/۱۳a	۱۰/۲۴c	۰/۶۹ab	۰/۹۷ab	۷/۵۵c	RSa1
۲۸/۲۲cd	۱۱۳۱/۳۶bc	۳۰/۲۷ab	۱۲/۰۸b	۰/۷۶a	۱/۰۶a	۸۰/۴ab	RSa2
سلنیوم							
۳۰/۵۱a	۱۲۹۱/۸۷b	۲۶/۳۸b	۱۰/۵۱a	۰/۶۳a	۰/۸۷a	۸/۰۱a	Se0
۳۰/۸۵a	۱۳۹۶/۲۴a	۲۸/۶۹a	۱۰/۴۳ b	۰/۶۴a	۰/۸۵a	۸/۱۲a	Se1
ارقام × سلنیوم							
۲۸/۰۰bc	۱۱۸۱/۹۳b	۲۶/۴۲b	۸/۳۴c	۰/۵b	۰/۶۳c	۷/۵۱b	C Se0
۳۰/۷۴b	۱۲۸۱/۷۰b	۲۷/۹۴ab	۷/۶۲c	۰/۵۳b	۰/۷۱c	۸/۰۳ab	C Se1
۳۷/۳۷a	۱۵۱۰/۷۶a	۲۳/۳۲c	۱/۷۷b	۰/۶۹a	۰/۹۷a	۸/۳۴a	ASe0
۳۰/۶۵b	۱۵۴۱/۲۴a	۲۸/۲۰ab	۱۲/۰۰b	۰/۶۸a	۰/۸۵b	۸/۳۷a	ASe1
۲۶/۱۶c	۱۱۸۲/۹۳b	۲۹/۳۸ab	۱۲/۴۱a	۰/۷۰a	۰/۰۲a	۸/۱۷a	RSe0
۳۱/۱۶b	۱۳۶۵/۷۷b	۲۹/۹۴a	۱۱/۶۸ab	۰/۷۲a	۰/۹۹a	۷/۹۶ab	RSe1
سید سالیسیلیک × سلنیوم							
۳۱/۹۷a	۱۳۴۴/۹۰ab	۲۶/۸۳bc	۱۰/۰۴bc	۰/۵۷b	۰/۷۸b	۷/۷۷va	Sa0 Se0
۳۰/۷۷ab	۱۴۵۳/۵۸a	۲۶/۲۶bc	۱۱/۶۹a	۰/۶۲ab	۰/۸۲b	۸/۱۳a	Sa0 Se1
۳۱/۴۲ab	۱۳۶۵/۵۹a	۲۴/۹۵c	۱۰/۵۱abc	۰/۶۴ab	۰/۸۶b	۷/۹۹a	Sa1 Se0
۳۱/۲۹ab	۱۴۶۸/۳۵a	۳۰/۹۶a	۱۰/۴۱abc	۰/۶۷ab	۰/۸۹ab	۸a	Sa1 Se1
۲۸/۱۴b	۱۱۶۵/۱۳b	۲۷/۳۵bc	۱۰/۹۸ab	۰/۶۹a	۰/۹۹a	۸/۲۶a	Sa2 Se0
۳۰/۴۹ab	۱۲۶۶/۷۷ab	۲۸/۸۶ab	۹/۲۰c	۰/۶۵ab	۰/۸۴b	۸/۲۳a	Sa2 Se1

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۶- اثر متقابل سه گانه تیمار های آزمایشی بر صفات اندازه گیری شده

شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	قرائت کلروفیل (متر)	سطح برگ پرچم (سانتی متر)	وزن دانه در سنبله (گرم)	وزن سنبله (گرم)	طول سنبله (سانتی متر)	ارقام × اسید سالیسیلیک × سلنیوم
۲۸/۶۸ c-g	۱۲۸۱/۴۰ab	۳۲/۰۲abc	۷/۰۷ij	۰/۴۳g	۰/۵۲i	۷/۲۳c	C Sa0 Se0
۳۳/۰۳b-d	۱۳۲۴/۷۳ab	۲۵/۴۱de	۶/۶۶j	۰/۵۵d-g	۰/۷۱f-i	۸/۰۲abc	CSa0Se1
۳۱/۸۳be	۱۲۵۰/۷۴ab	۲۱/۳۰e	۸/۸۴g-j	۰/۶۱c-g	۰/۷۷e-h	۸/۰۷abc	CSa1 Se0
۳۲/۳۲be	۱۵۱۰/۶۰a	۳۱/۹۵abc	۸/۵۸g-j	۰/۵۵d-g	۰/۷۵e-h	۸/۳۱abc	C Sa1 Se1
۲۳/۵۰g	۱۰۱۳/۶۵b	۲۵/۹۴de	۹/۱۰f-j	۰/۴۶fg	۰/۶۱hi	۷/۲۴c	CSa2 Se0
۲۶/۸۸dg	۱۰۰۹/۷۶b	۲۶/۴۶de	۷/۷۳hij	۰/۴۹efg	۰/۶۶ghi	۷/۷۷abc	CSa2 Se1
۴۱/۰۸a	۱۵۰۳/۳۰a	۲۴/۰۰de	۹/۴۵a	۰/۵۴efg	۰/۷۰fi	۷/۴۶bc	A Sa0 Se0
۲۶/۷۶d-g	۱۶۰۴/۱۰a	۲۴/۶۶de	۱۴/۳۹b-e	۰/۶۶a-e	۰/۸۹def	۸/۵۰ab	ASa0 Se1
۳۵/۲۵ac	۱۵۳۱/۶۶a	۲۴/۱۱de	۱۱/۸۳a-d	۰/۷۶abc	۱/۰۲a-d	۸/۷۵a	ASa1 Se0
۳۱/۹۲be	۱۵۰۷/۳۶a	۲۶/۰۹de	۱۳/۰۱a-d	۰/۶۰c-g	۰/۷۷e-h	۸/۷۷abc	A Sa1 Se1
۳۵/۷۹be	۱۴۹۷/۳۳a	۲۱/۸۴e	۱۱/۰۵d-g	۰/۷۸abc	۱/۲a	۸/۸۱a	ASa2 Se0
۳۳/۲۸bd	۱۵۱۲/۳۴a	۳۳/۸۵abc	۸/۵۹g-j	۰/۷۸abc	۰/۹۱c-f	۸/۸۴a	ASa2 Se1
۲۶/۱۶efg	۱۲۵۰/۲۶ab	۲۴/۴۵de	۱۳/۶۰abc	۰/۷۴a-d	۱/۱۱abc	۸/۶۳ab	R Sa0 Se0
۳۲/۵۳b-e	۱۴۳۲a	۲۸/۷۱cd	۱۴/۰۱ab	۰/۶۵b-f	۰/۸۵d-g	۷/۸۸abc	R Sa0 Se1
۲۷/۱۸d-g	۱۳۱۴/۹۳ab	۲۹/۴۴bcd	۱۰/۸۴dg	۰/۵۴efg	۰/۸۰e-h	۷/۱۷c	R Sa1 Se0
۲۹/۶۲b-g	۱۳۸۸/۳۶a	۳۴/۸۳a	۹/۶۵e-h	۰/۸۵a	۱/۱۵ab	۷/۹۳abc	R Sa1 Se1
۲۵/۱۳fg	۹۸۷/۴۳b	۳۴/۲۷ab	۱۲/۷۸a-d	۰/۸۳ab	۱/۱۶ab	۸/۷۳a	R Sa2 Se0
۳۱/۳۲bf	۱۲۷۸/۳۰ab	۲۶/۲۸de	۱۱/۳۷b-f	۰/۶۸a-e	۰/۹۶b-e	۸/۰۸abc	R Sa2 Se1

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

- limited environments. *Europ. J. Agron.*, 21: 433-446.
- 9- Djanaguiraman, M., D. D. Devi., A. K. Shanker., A. Sheeba and U. Bangarusamy, 2005. Selenium- antioxidative protectant in soybean during senescence. *Plant Soil.*, 272: 77-86.
- 10- El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley Grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regul.*, 45: 215-225.
- 11- Fang, Q. X., Y. H. Chen., Q. Q. Li., S. Z. Yu., Y. Luo., Z. Ouyang. 2006. Effects of soil moisture on radiation utilization during late growth stages and water use efficiency of winter wheat. *Acta Agron. Sin.*, 32: 861-866.
- 12- Garcia del Moral, L. F., Y. Rharrabit., D. Villegas, and C. Royo. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean condition, *Agron. J.*, 65:266-274.
- 13- Germ, M., I. Kreft., V. Stibilj and O. Urbanc-Berčič. 2007. Combined effects of selenium and drought on photosynthesis and mitochondrial respiration in potato. *Plant Physiol Biochem*, 45:162-167.
- 14- Graham, H. L., J. Lewis., M. F. Lormer and R. E. Holloway. 2004. High-Selenium wheat: agronomic biofortification strategies to prove human nutrition. *Food Agriculture and Environment*, 2 (1): 171-178.
- 15- Hartikainen, H., T. Xue and V. Piironen. 2000. Selenium as an anti-oxidant and pro-oxidant in ryegrass. *Plant and Soil.*, 225: 193-200.
- 16- Kadioglu A, N Saruhan., A Saglam., R. Terzi and T. E. Acet 2011. Exogenous salicylic acid alleviates effects of long term drought stress and delays leaf rolling by inducing antioxidant system. *Plant Growth Regul* , 64: 27-37.
- 17- Kong, L., M. Wang and D. Bi. 2005. Selenium modulates the activities of antioxidant enzymes, osmotic homeostasis and promotes the growth of sorrel seedlings under salt stress. *Plant Growth Regul*, 45: 155-163.
- 18- Kostopoulou, P., N. Barbayiannis and N. Basile. 2010. Water relations of yellow sweetclover under the synergy of drought and selenium addition. *Plant and Soil*, 330:65-71.
- ۱- بیات، س.، س. سپهری، ح. زارع ایبانه. و م. عبداللهی. ۱۳۸۹. اثر اسید سالیسیلیک و پاکلوبوترازوا بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه ذرت تحت تنش خشکی. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲ تا ۴ مرداد ۱۳۸۹. دانشگاه شهید بهشتی. تهران. صفحات ۳۷۱۸-۳۷۱۵.
- ۲- ساجدی، ن.، م. اردکانی، ا. نادری، ح. مدنی. و م. مشهدی اکبریوجار. ۱۳۸۸. تأثیر تنش کمبود آب و کاربرد عناصر غذایی بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب در ذرت. مجله پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۷، شماره ۲. صفحات ۴۹۳-۵۰۳.
- ۳- شمس الدین سعید، م.، ح. دشتی، الف. رحیمی. و ف. شریعتی نیا. ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر رشد رویشی ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط شور. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲ تا ۴ مرداد ۱۳۸۹. دانشگاه شهید بهشتی. تهران. صفحات ۳۸۸۱-۳۸۷۹.
- ۴- کاظمی، ف. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر سلنیوم بر رشد و سطح فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت در ارقام مختلف لوبیا قرمز تحت شرایط تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. صفحه ۴۶۳.
- ۵- کمالی، غ. ۱۳۸۴. شناسایی مناطق پر مخاطره استان از لحاظ اقلیمی. مصوب در کارگروه پژوهش آمار و فناوری اطلاعات استان مرکزی. ۳۰۳ صفحه.
- 6- Bradford, K. J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Hort Science*, 21: 1105-1111.
- 7- Dat, J. F., H. Lopez-Delgado., C. H. Foyer and I. M. Scott. 1998. Parallel changes in H₂O₂ and catalase during thermo tolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings. *Plant physiol*, 116:1351-1357.
- 8- Debaeke, P., and A. Abdellah. 2004. Adaptation of crop management to water-

- 24- Shakirova, F. M., A. R. Shakhbutdinova, M. V. Bezrukova, R. A. Fatkhutdionova and D. R. Fatkhutdionova. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedling induced by salicylic acid and salinity. *Plant Sci.*, 164: 317-322.
- 25- Singh, B and K. Usha. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Regul.*, 39:137-141.
- 26- Tasgin, E., O. Atic and B. Nalbantoglu. 2003. Effect of salicylic on freezing tolerance in winter wheat leaves, *Plant Growth Regul.*, 41:231-236.
- 27-Turakainen, M. 2007. Selenium and its effects on growth, yield and tuber quality in potato. *Crop Science*, 30.
- 28-Xiaoqin, Y., C. Jianzhou and W Guangyin. 2009. Effects of drought stress and selenium supply on growth and physiological characteristics of wheat seedlings. *Acta Physiol Plant*, doi:10.1007/s11738-009-0322-3.
- 29-Xue, T., H. Hartikainen, and V. Piironen, 2001. Antioxidative and growth-promoting effect of selenium in senescing lettuce. *Plant and Soil*, 27: 55- 61.
- 19- Kuznetsov, V., V. P. Kidin and V. Vladimir. 2004. Protective effect of selenium on wheat plant under drought stress. Abstract of articles Symposium of *Plant Biology - Lake Buena*.
- 20- Nemeth, M., T. Janda., E. Horvath, E. Paldi and G. Szalai. 2002. Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. *Plant Sci.*, 162:569-574.
- 21- Pennanen, A., T. Xue and H. Hartikainen. 2002. Protective role of selenium in plant subjected to severe UV irradiation stress. *Journal of Applied Botany*, 76: 66 76.
- 22- Rajasekaran, L. R., A. Stiles C. D. Cadwell. 2002. Stand establishment in processing carrots: Effect of various temperature regimes on germination and the role of salicylates in promoting germination at low temperatures. *Can. J. Plant, Sci.*, 82: 443-450.
- 23- Senatena, T., 2000. Acetyl salicylic (Aspirin) and salicylic acid induced multiple stress tolerance in bean and tomato plant. *Plant Growth Regul.*, 30:157-161.

Effects of Selenium and Salicylic Acid on Agronomic Characteristics of the Dry land Wheat Cultivars

Nourali Sajedi^{1*}, Hadi Skandari² and Reza Tahmasebi³

1- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Arak Branch, Islamic Azad University

2- M.Sc. Agronomy, Arak Branch, Islamic Azad University

3- M.Sc. Seed Science and Technology, Ashtian Branch, Islamic Azad University,

Recived: 09/12/2011

Accepted: 10/20/2012

Abstract

To study the effect of selenium and salicylic acid on agronomic characteristics of dry land wheat cultivars, an experiment was carried out as factorial based on Complete Randomized Block Design with three replicates at the research field station of Islamic Azad University-Arak, Iran in 2010-2011 cropping season. The experimental factors were including three levels of salicylic acid: without salicylic acid, seed priming in solution of 0.5 mM salicylic acid and seed priming in solution of 0.5 mM salicylic acid along with foliar application of salicylic acid at the rate of 1 mM, selenium (sodium selenite) at two levels: without selenium and with selenium at the rate of 18 g/ha⁻¹ and three dry land wheat cultivars include Azar 2, Sardary and Rasad. The results showed that, Azar 2 cultivar had more grain yield by 19 and 16% as compared with Sardary and Rasad cultivars, respectively. Also the maximum of spike length and harvest index was obtained from Azar 2 cultivar. Foliar application of selenium increased chlorophyll-meter number and grain yield by 8 and 7.5% as compared with control, respectively. Salicylic acid application as seed priming along with foliar application of selenium was increased chlorophyll-meter number and grain yield by 13 and 9% as compared with control, respectively. Maximum and minimum response of grain yield to salicylic acid (seed priming and foliar application) along with spray of selenium was obtained from Azar 2 and Sardary cultivars, respectively. It could be concluded that seed priming of salicylic acid along with foliar application of selenium at three cultivars in dry land condition was led to obtain optimum yield.

Key words: sodium selenite, chlorophyll-meter number, grain yield, dry land wheat

* Corresponding author

E-mail: n-sajedi@iau-arak.ac.ir

